

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : E02D 1/02, G01N 33/24	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/03682 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Februar 1994 (17.02.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH93/00185 (22) Internationales Anmeldedatum: 23. Juli 1993 (23.07.93) (30) Prioritätsdaten: 2429/92-5 31. Juli 1992 (31.07.92) CH (71)(72) Anmelder und Erfinder: ANDINA, Raymond [CH/ CH]; Im Grüt 18, CH-8902 Urdorf (CH). (74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdstrasse 95, CH-8050 Zürich (CH). (81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Mit geänderten Ansprüchen und Erklärung.</i>

(54) Title: METHOD OF DETERMINING THE CONSISTENCY OF SUB-SOIL

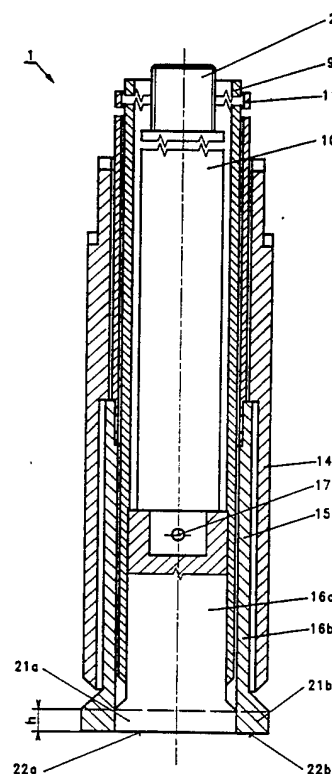
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERMITTELN DER KONSISTENZ EINES UNTERGRUNDES

(57) Abstract

In order to determine the consistency or nature of soil or sub-soil, or to be able to classify the soil or sub-soil, the permeability of the soil or sub-soil layers under examination is measured. This is done by measuring, as the key parameter, the degree of consolidation or so-called pore-water over pressure. To this end, the invention calls for the use of a penetrator (1) with a measurement probe which has a flattened tip (16, 21).

(57) Zusammenfassung

Für die Ermittlung der Konsistenz bzw. Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. um denselben zu klassieren, wird die Permeabilität in den jeweils zu beurteilenden Schichten des Untergrundes bzw. des Erdreiches gemessen. Als wesentliche Kenngrösse wird dabei der Konsolidierungsgrad bzw. der sog. Porenwasserüberdruck gemessen. Zu diesem Zweck wird eine Penetrationsvorrichtung (1) verwendet, deren Messsonde eine abgeflachte Sondenspitze (16, 21) aufweist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NE	Niger
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IE	Irland	PT	Portugal
BY	Belarus	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slowakischen Republik
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CN	China	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LV	Lettland	TG	Togo
CZ	Tschechischen Republik	MC	Monaco	UA	Ukraine
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	ML	Mali	UZ	Usbekistan
ES	Spanien	MN	Mongolei	VN	Vietnam

- 1 -

Verfahren zum Ermitteln der Konsistenz eines Untergrundes

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln der Konsistenz bzw. der Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben sowie eine Penetrationsvorrichtung für das Ermitteln der Konsistenz bzw. Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben.

Verfahren zum Klassieren von Untergründen bzw. von Erdreich und zum Ermitteln der Beschaffenheit bzw. Konsistenz, wie Festigkeit, Dichte, Kompaktheit, Widerstand, Viskosität usw., sind bekannt. So beschreibt das Schweizer Patent 466 154 eine Penetrations- bzw. Bohr- oder Sondiervorrichtung sowie ein Verfahren zum Messen und Ermitteln der obgenannten Faktoren von einem Untergrund bzw. von einem Erdreich. Eine Weiterentwicklung der genannten Vorrichtung ist im Schweizer Patent 679 887 beschrieben.

Die gemäss diesen Patentschriften bekannten Verfahren sowie Penetrationsvorrichtungen und Messsonden arbeiten mit dem Prinzip, dass das zu beurteilende Material bzw. die entsprechende Schicht mittels einer konisch ausgebildeten Sondenspitze durchdrungen wird, wobei einerseits der Widerstand auf die Sondenspitze gemessen wird, im weiteren die Reibung bzw. der Widerstand an einem die Sondenspitze umgebenden Rand- oder Mantelbereich, sowie letztendlich die Reibung bzw. der Widerstand am hinter der Spitze die Sonde

einhiillenden Mantelrohr. Die Reibung bzw. der Widerstand am Randbereich der Spitze sowie am Mantelrohr entsteht vornehmlich durch seitliches Verdrängen des zu durchdringenden Materials, womit sich je im Randbereich der Spitze sowie unmittelbar dahinter eine stark verdichtete Zone in der zu beurteilenden Schicht ergibt.

Aufgrund dieser drei Messwerte kann auf die Beschaffenheit bzw. Konsistenz des Untergrundes geschlossen werden, wobei die Genauigkeit der ermittelten Werte limitiert ist, indem insbesondere die beiden letztgenannten Widerstands- bzw. Reibungsmesswerte relativ ungenau sind, indem die Verdrängung des Materials kaum gleichmässig erfolgt und zudem stark von der im Untergrund vorhandenen Feuchtigkeit beeinflusst wird. Zudem handelt es sich hierbei um eine durch künstlich kurzzeitig aufgebaute Spannung im Boden beeinflusste Grösse. Dazu kommt, dass die Messung der letztgenannten Widerstände bzw. der Reibung am Sondenkranz bzw. am Mantelrohr aufwendig und kompliziert ist, muss doch die Sonde derart konstruiert sein, dass eine voneinander unabhängige Messung von mindestens zwei bzw. drei Messwerten möglich ist.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Messmethode vorzuschlagen, mittels welcher es auf einfache Art und Weise möglich ist, möglichst genau die Konsistenz bzw. die Beschaffenheit eines Untergrundes bzw. eines Erdreiches zu ermöglichen.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe mittels eines Verfahrens gemäss dem Wortlaut nach Anspruch 1 ge-

löst.

Erfindungsgemäss wird vorgeschlagen, die Beschaffenheit bzw. Konsistenz des Untergrundes durch Messen der sog. Konsolidation (auch Konsolidierung genannt) des Untergrundmaterials zu ermitteln. Zu diesem Zweck wird nicht nur, wie allgemein üblich, eine spitzenförmige Messsonde verwendet, sondern bevorzugt eine Messsonde mit einer stumpfen "Spitze", bzw. die Sondenspitze ist zylindrisch ausgebildet mit einer flachen Spitzen- bzw. Frontfläche. Dadurch wird nun beim Eindringen der Sonde das zu klassierende Material im Untergrund nicht mehr durch die Spitze seitlich verdrängt, sondern die flache Spitze "schiebt" quasi das Material vor sich her. Damit wird aber beim Messen des Gegendruckes auf die Spitze nicht mehr die Kohäsion des Materials gemessen, sondern die Permeabilität des Materials. Ein wesentlicher Faktor für die Durchlässigkeit bzw. die Konsolidation des Untergrundes ist der sog. Porenwasserüberdruck, d.h. der in den Poren des Materials herrschende hydrostatische Druck, der sich aufgrund der effektiven oder imaginären Feuchtigkeit im Untergrund beim Eindringen der Sonde einstellt. Aufgrund der Kapillarwirkung im Untergrund stellt sich in unseren Breitengraden praktisch immer eine gewisse Wassersättigung ein, womit der damit verbundene sog. Porenwasserüberdruck ein repräsentatives Mass für die Permeabilität oder Konsolidierung und, damit verbunden, für die Konsistenz des Untergrundmaterials darstellt.

Es versteht sich von selbst, dass beispielsweise ein Erdreich, dessen Hohlräume mit Wasser gefüllt sind,

nur verdichtet werden kann, wenn das Porenwasser entweichen kann. Bei Tonen, beispielsweise, sind die Poren sehr eng und setzen daher dem Strömen des Wassers einen grossen Widerstand entgegen. Das Porenwasser kann also bei einer Belastung nur langsam entweichen, wobei der dadurch im Wasser entstehende Druck als Porenwasserüberdruck bezeichnet wird.

Diese offenbar wesentliche Grösse für die Klassierung des Untergrundes bzw. für die Ermittlung der Konsistenz oder Beschaffenheit des Untergrundes wird erfindungsgemäss durch die Verwendung vorzugsweise einer flachen Sondenspitze nebst einer konischen erreicht. Ein Messen dieses charakteristischen Konsolidationsgrades bzw. Porenwasserüberdruckes ist mit den herkömmlichen Messmethoden, wie beispielsweise mit den üblicherweise verwendeten konischen Sondenspitzen nur erschwert möglich.

Für das Ermitteln des Porenwasserüberdruckes bzw. der Permeabilität wird, wie erfindungsgemäss beansprucht, eine Penetrationsvorrichtung verwendet, welche an ihrem ins Erdreich voranzutreibenden Ende bzw. an ihrer Spitze eine Sonde aufweist, vorzugsweise mit einer abgeflachten Oberfläche bzw. in Sondenspitze. Die Sonde wird nun mit einer bestimmten Vorantriebsgeschwindigkeit ins Erdreich bzw. den Untergrund nach bekannter Art und Weise getrieben, wie beispielsweise bekannt aus den beiden vorab genannten Schweizer Patenten. An einer bestimmten Stelle wird der auf die flache Spitze herrschende Gegendruck bzw. die Gegenkraft durch den Untergrund gemessen (R_pV = Spitzenwiderstand bei Geschwindigkeit V = Bruchwiderstand),

worauf unmittelbar nach der erfolgten Messung die Penetrationsvorrichtung gestoppt wird. Bei erfolgtem Anhalten wird erneut der Gegendruck auf die Bohrsondenspitze gemessen (R_{p0} = Spitzenwiderstand beim Anhalten = Bodenwiderstand).

Wie oben erklärt, wird beim kontinuierlichen Vortreiben der Bohrsonde die im Untergrund herrschende Feuchtigkeit in die Umgebung verdrängt, wobei diese Verdrängung abhängig ist von der Konsistenz und Durchlässigkeit des Untergrundmaterials. Beim Stoppen der Penetrationsvorrichtung stellt sich sofort je nach der Konsistenz und Durchlässigkeit des zu durchdringenden Materials eine Entspannung des Gegendruckes ein, da ja die im Untergrund herrschende Feuchtigkeit je nach Durchlässigkeit des Materials verdrängt wird und somit ein Druckabbau stattfindet. Dabei ist es aufgrund der sehr genauen Messgeräte nun möglich, die zeitliche Staffelung zwischen den beiden oder mehreren zeitlich abgestuften Messungen derart zu wählen, dass eine gewisse Entspannung des Gegendruckes aufgrund der Feuchtigkeit im Untergrund eintreten kann und die aufgrund des Konsolidationsgrades bestimmt werden kann. Nach Messen der beiden genannten Gegendrücke auf die Bohrsondenspitze wird die Penetrationsvorrichtung wiederum mit der vorab angegebenen bestimmten Geschwindigkeit weiter in den Untergrund getrieben.

Durch die jeweiligen Messwerte an den jeweiligen Messstellen im Untergrund und durch die Geometrie der Bohrsondenspitze kann nun der Konsolidationsgrad an der entsprechenden Stelle ermittelt werden. Der Po-

renwasserüberdruck ist proportional zur Differenz zwischen dem bei der bestimmten Geschwindigkeit der Penetrationsvorrichtung auf die Messsonde herrschenden Gegendruck (Bruchwiderstand) und dem Gegendruck bei angehaltener Messvorrichtung (Bodenwiderstand) sowie proportional zum Sondenquerschnitt und umgekehrt proportional zum Volumen der Sondenspitze, wobei auf die Errechnung des Sondenspitzenvolumens unter Bezug auf die nachfolgend angefügten Figuren noch näher einzugehen ist.

Durch Vergleichen der ermittelten Werte für den Porenwasserüberdruck mit einer geeichten Vergleichsskala ist eine Klassierung des Bodens möglich. Der Vorteil dieser Messmethode liegt darin, dass einerseits das Führen der Penetrationsvorrichtung mit ihrer Sonde in den Untergrund einfacher wird, da die bei spitzen Messsonden auftretende seitliche Auslenkung, die sich oft bei Penetrationsvorrichtungen einstellt, wegfällt. Zudem ist die Messmethode eindeutig, ergibt sich doch bei der Verwendung einer flachen Spitze immer ein Spitzenwinkel von 180° und nicht, wie bei der Verwendung einer konischen Spitze, einmal ein Winkel von 60° , einmal ein Winkel von 90° und letztendlich wiederum ein anderer Winkel von 130° . Zudem ist es nicht möglich, Messwerte mit verschiedenen konischen Spitzen zu vergleichen, da eine Umwandlung mittels des Korrekturfaktors nicht möglich ist. Es ist daher nicht verwunderlich, dass international mittels üblich verwendeten Penetrationvorrichtungen ermittelte Werte der Beschaffenheit eines Untergrundes nicht miteinander verglichen werden können, da jeweils andere Sondenspitzenwinkel verwendet werden. Zudem ba-

sieren diese Werte auf Ermittlung der Kohäsion des Untergrundmaterials.

Letztendlich hat es sich auch gezeigt, dass auf die Berücksichtigung der seitlichen Reibung auf die Penetrations- bzw. Bohrsonden weitgehendst verzichtet werden kann. Allerdings ermöglicht auch diese Methode die Verwendung beispielsweise eines Mantelrohres, welches die Penetrations- bzw. Bohrsonden umgibt, an welchem Mantelrohr getrennt die sog. seitliche Reibung beim Vorantreiben der Bohrsonde in den Untergrund, falls erwünscht oder notwendig, gemessen werden kann.

Entsprechend wird erfindungsgemäss weiter eine Penetrationsvorrichtung vorgeschlagen gemäss dem Wortlaut nach Anspruch 6.

Weitere bevorzugte Ausführungsvarianten der Penetrationsvorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 7 bis 12 charakterisiert.

Die Erfindung wird nun anschliessend und unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch im Längsschnitt eine erfindungsgemässe Penetrationsvorrichtung, insbesondere eine erfindungsgemässe Sonde, mit Stange und Mantelrohr für getrennte Messungen,

Fig. 2 schematisch im Längsschnitt dargestellt eine

Sondenspitze einer herkömmlichen Penetrationsvorrichtung,

Fig. 3 im Längsschnitt eine bevorzugte universelle Ausführungsvariante einer erfindungsgemässen Penetrationsvorrichtung mit zentraler Sonde, und

Fig. 4 eine oberhalb des Erdreiches angeordnete, schematisch dargestellte Messeinrichtung im Längsschnitt.

In Fig. 1 ist schematisch im Längsschnitt eine Penetrationsvorrichtung 1 dargestellt, im wesentlichen umfassend Bohr- bzw. Penetrationssonde 2 und, frontseitig angeordnet, eine Messsonde 16, welche über einen Spannstift 17 mit der oder den Penetrations- bzw. Bohrsonde 2 verbunden ist. Sowohl Penetrations- bzw. Bohrsonde 2 wie auch die Sonde 16 sind zylindrisch ausgebildet. Die Sonde 16 weist an ihrem Frontende bzw. an ihrer Spitze 21 eine flache Oberfläche 22 auf. Zudem weist die Frontpartie 21 einen gegenüber dem dahinterliegenden Bereich der Sonde vergrösserten Durchmesser auf. Die Zone mit vergrössertem Durchmesser weist eine Höhe h auf. Schlussendlich sind sowohl Sonde wie Penetrations- und Bohrstangen in einem Mantelrohr 9 eingehüllt.

Beim Eindring- bzw. Penetrationsvorgang in den Untergrund wird die flache Bohrsondenspitze 22 in den Untergrund getrieben, wodurch das durch die Sonde zu beurteilende bzw. klassierende Material in Pfeilrichtung vor der Sonde hergeschoben wird oder ggf. seit-

lich verdrängt wird. Dabei wesentlich ist, dass die dabei im Wasser real oder imaginär herrschende Feuchtigkeit, welche sich infolge der Kapillarwirkung aus dem Grundwasser her einstellt, nach unten und seitlich verdrängt wird. Dieser sich einstellende Wasserdruck bzw. der Porenwasserüberdruck ist ein Mass für die Konsistenz bzw. Zusammensetzung oder die Durchlässigkeit des zu beurteilenden Materials.

In Fig. 2 ist zum Vergleich eine herkömmliche Penetrationsvorrichtung bzw. eine Bohrsondenspitze im Längsschnitt dargestellt, wobei zum besseren Verständnis gleiche Teile im Vergleich zu Fig. 1 mit denselben Referenzzahlen versehen sind. Wie aus Fig. 2 deutlich erkennbar, weist die Bohr- bzw. Penetrations- oder Messsonde 16 eine konisch ausgebildete Spitze auf, wodurch beim Vorantreiben der Penetrationsvorrichtung in den Untergrund das zu beurteilende Material seitlich verdrängt wird. Damit kann aber nicht allein die Durchlässigkeit bzw. Permeabilität des Materials gemessen werden, denn das Messresultat wird im weiteren auch wesentlich durch die durch die Geometrie der Sondenspitze auftretende Kohäsion resp. Reibung beeinflusst. Weiter wird, wie schematisch mittels Pfeilen dargestellt, ersichtlich, dass sich das seitlich verdrängte Material seitlich hinter der Bohrsondenspitze am Mantelrohr anreichert, wodurch sich in dieser Zone eine Verdichtung einstellt. Damit wird aber, im Gegensatz zur Penetration der Bohrsonde von Fig. 1, die seitliche Reibung am Mantelrohr wesentlich, weshalb diese Grösse bei der Beurteilung bzw. bei der Klassierung des Materials ebenfalls mitzuberücksichtigen ist.

Im Vergleich von Fig. 1 zu Fig. 2 kann also festgehalten werden, dass mit der Penetrationsvorrichtung bzw. der Sonde von Fig. 1 die Durchlässigkeit bzw. Permeabilität des Untergrundes gemessen wird, währenddem mit der Penetrationsvorrichtung von Fig. 2 im wesentlichen die Kohäsion und Reibung des zu beurteilenden Materials gemessen wird.

In Fig. 3 ist eine bevorzugte universelle Ausführungsvariante einer erfindungsgemässen Penetrationsvorrichtung 1 im Längsschnitt dargestellt. Wiederum ist frontseitig an Penetrations- bzw. Bohrsonden 2 und 10 eine Messsonde 16 angeordnet, verbunden über einen Spannstift 17 mit der unmittelbar hinter der Sonde angeordneten zentralen Sondier- bzw. Penetrationsstange 10.

Gemäss der Ausführungsvariante von Fig. 3 ist die Sonde 16 zweiteilig ausgebildet, umfassend zwei koaxial zueinander angeordnete Partien, nämlich eine zentrale Sondenpartie 16a und eine äussere ringförmige Partie 16b. Analog zur Ausbildung der Sonde von Fig. 1 weisen beide Teile eine frontseitig ausgebildete, zylinderförmige Partie 21a bzw. 21b auf, welche vorzugsweise einen gegenüber der dahinterliegenden Partie der Sonde verbreiterten Durchmesser aufweist. Die frontseitigen Partien bzw. Frontflächen 22a und 22b der beiden Sondenpartien 16a und 16b sind aufeinander ausgerichtet und bilden somit in der dargestellten Ausführung gemäss Fig. 3 eine einzige ebene Fläche 22.

Die zentralen Sondier- bzw. Penetrationssonde 2 bzw.

10 werden von einem zentralen Sondenmantelrohr 9 eingehüllt, welches ebenfalls die zentrale Partie 16a der Sonde eingehüllt. Die äussere Partie 16b der Sonde wird von einem Hüllrohr bzw. Schaft 11 getragen bzw. gehalten, welches seinerseits das Mantelrohr 9 eingehüllt. Diesen Schaft 11 einhüllend sowie die frontseitige ringförmige Sondenpartie 16b einhüllend ist ein weiterer Schaft bzw. ein Mantelrohr 14 angeordnet, in welchem gleitend die äussere Sondenpartie 16b angeordnet ist.

Der oben erwähnte Spannstift 17 kann nach Beendigung der Bohrung durchbrochen werden, wenn ein Zurückziehen der Sonde 16 nicht mehr möglich ist. Durch das Zerstören dieser Spannstiftverbindung können sämtliche Hüllen und Penetrations- bzw. Bohrstangen an die Erdoberfläche zurückgezogen werden.

Für das Durchführen der Penetrationssondierung bzw. für das Ermitteln der Konsistenz oder Beschaffenheit des Untergrundes wird die Penetrationsvorrichtung 1 gemäss Fig. 3 durch geeignete Antriebsmittel in den Untergrund vorangetrieben. Auf die Darstellung und die Beschreibung derartiger Antriebsmittel kann verzichtet werden, da sie bereits aus den beiden oben erwähnten Schweizer Patenten hinlänglich bekannt sind, sowie aus der noch hängigen französischen Patentanmeldung 91 12 256.

Die Penetrationsvorrichtung 1, umfassend die zweiteilige Sondierspitze, wird mit einer bestimmten konstanten Vortriebsgeschwindigkeit in den Untergrund vorangetrieben, wobei an sich nachfolgenden Messstel-

len der Gegendruck bzw. die Gegenkraft auf die flache Oberfläche 22 der Sondenspitze 21 gemessen wird. Die Messung dieser Gegenkräfte erfolgt an der Erdoberfläche und ergibt sich aus der Kraftübertragung von der Sonde über die dahinterliegenden Sondier- bzw. Penetrationsstangen, womit diese Gegenkraft an der Erdoberfläche gemessen werden kann.

An diesen Messstellen wird jeweils der Penetrationsvorgang für kurze Zeit unterbrochen, wobei kurz nachfolgend an die Messung im bewegten Zustand eine weitere Messung des Gegendruckes unmittelbar beim Anhalten der Penetrationsvorrichtung erfolgt. Die Beschaffenheit bzw. die Konsistenz des Untergrundes wird nun durch diese sog. Permeabilitäts- oder Durchlässigkeitsmessung bestimmt, indem die Differenz zwischen den beiden erwähnten Gegendruckmessungen gebildet wird. Der Porenwasserdruck ergibt sich aus der nachfolgenden Gleichung:

$(R_{pv} - R_{p0}) \cdot \text{Sondenquerschnitt} : \text{Sondenspitzenvolumen}$

Bei R_{pv} handelt es sich um die Messung des sog. Bruchwiderstandes im bewegten Zustand, beispielsweise bei einer Geschwindigkeit von 2cm/s. Bei R_{p0} handelt es sich um den Gegendruck, den sog. Bodenwiderstand, im Stillstand, und beim Sondenquerschnitt handelt es sich um die Distanz x gemäss Fig. 3. Das Sondenspitzenvolumen ergibt sich aus der Fläche 22, multipliziert mit der Höhe h gemäss Fig. 3.

Sollte aufgrund der Bodenbeschaffenheit, wie beispielsweise beim Vorhandensein von grobkörnigem Mate-

rial oder vereinzelt Steinen, die äussere Reibung ein wesentlicher Faktor darstellen, so besteht mit der Konstruktion der Penetrationsvorrichtung gemäss Fig. 3 die Möglichkeit, den Widerstand bzw. die Reibung am äusseren Mantel 14 zu messen.

Wird nun aber eine Stelle erreicht, wo die Penetrationsvorrichtung 1 nicht mehr ohne weiteres mit der bestimmten konstanten Geschwindigkeit weiter vorangetrieben werden kann, beispielsweise infolge lehmigen oder sehr kompakten Untergrundes, so kann analog der Penetrationsvorrichtung gemäss der CH-PS 679 887 der weitere Vorantrieb nur unter Verwendung der zentralen Sonde 16a weiter erfolgen. Dadurch wird die Frontsondenoberfläche wesentlich verkleinert, wodurch sich natürlich auch ein verringerter Widerstand auf die Frontpartie 22a der zentralen Sonde 16a einstellt. Zu diesem Zweck erfolgt die weitere Penetration nur noch durch Vorantreiben der zentralen Sonde 16a, gegebenenfalls zusammen mit dem die mittige Sondenpartie 16a einhüllenden Mantelrohr 9, womit weiterhin die Möglichkeit besteht, zusätzlich zum Widerstand auf die Frontpartie 22a die seitliche Reibung auf das Mantelrohr 9 zu messen.

Analog zur oben angeführten Gleichung werden wiederum an sich nachfolgenden Messstellen sowohl der Widerstand bei bewegter wie bei ruhender Penetrationsvorrichtung auf die Sonde 16a gemessen und der Porenwasserdruck analog bestimmt, wobei in diesem Fall der Sondenquerschnitt $= y$ ist und das Sondenspitzenvolumen $= \text{Querschnittsfläche } 22a \cdot h$.

Die bei den jeweiligen Messungen ermittelten Werte für den Porenwasserdruck werden nun mit entsprechenden Eichkurven verglichen, bei welchen der Porenwasserdruck in Abhängigkeit von verschiedenen Vorantriebsgeschwindigkeiten für bestimmte Beschaffenheiten bzw. Konsistenzen von Untergründen bzw. von Erdrreichen aufgezeichnet bzw. aufgelistet ist. Anhand der mittels der Messung ermittelten Werte und der Vorantriebsgeschwindigkeit kann so anhand der Eichkurven sofort auf die Konsistenz bzw. Beschaffenheit des Untergrundes geschlossen werden.

Somit erfolgt die Beurteilung der Beschaffenheit bzw. der Konsistenz des Untergrundes nicht anhand der Kohäsion des Untergrundmaterials, sondern aufgrund der Permeabilität bzw. Durchlässigkeit des Materials bzw. aufgrund des Porenwasserdruckes, welcher in diesem Material herrscht. Bei Blockierung der Penetrationsvorrichtung infolge einer nur schwer durchdringbaren Schicht kann der Vorantrieb statt sog. statisch mit gleichbleibender Geschwindigkeit auch sog. dynamisch erfolgen, wie beispielsweise in der CH-PS 679 887 beschrieben.

Anhand von Fig. 4, letztendlich, soll aufgezeichnet werden, wie die Messung einerseits des Widerstandes auf die Messsonde 16 erfolgt, wie auch anderseits, unabhängig davon die Messung der Reibung auf das die Sonde umgebende Mantelrohr erfolgt. An sich ist die Messung von mehreren Werten bei der Penetration einer Penetrationsvorrichtung unabhängig voneinander bereits aus den beiden obgenannten Schweizer Patenten bekannt und in diesen eingehend beschrieben, doch

soll an dieser Stelle unter Bezug auf die schematische Darstellung der Messvorrichtung der Vorgang noch einmal kurz skizziert werden.

Gemäss der schematischen Darstellung in Fig. 4 wirkt eine zentrale Gesamtlast 31 für das Vorantreiben der Penetrationsvorrichtung in den Untergrund. Diese Gesamtlast 31 wirkt primär auf eine Traverse 33, wobei mittels Längsstangen 35 und einer weiteren Quertraverse 37 die Last auf die zentrale Sonde bzw. auf die Sonde 2 und das die zentrale Sonde umgebende Mantelrohr 9 übertragen wird. Die Uebertragung erfolgt über ein zentrales Kopfteil 39 der Sonde. Durch das Anbringen einer Messbox 43 zwischen die erwähnte Traverse 37 und einer weiteren Traverse 36 kann die Widerstandskraft bzw. Gegenkraft auf die Sonde im Untergrund gemessen werden.

Ueber eine weitere Traverse 43 und Längsstangen 38 wird die Last auf ein Kopfteil 41 und somit auf das Mantelrohr 14 übertragen. Die am äusseren Mantelrohr 14 auftretende Reibung wird mittels einer weiteren Messbox 45 gemessen, die zwischen den beiden Traversen 33 und 34 angeordnet ist.

Die beiden Messboxen 43 und 45 können derart mit elektronischen Mess- und Auswertungseinrichtungen verbunden sein, dass jeweils automatisch an bestimmten Stellen des Vorantreibens der Penetrationsvorrichtung in den Untergrund zwei Messwerte aufgenommen und registriert werden, und zwar kurz vor und gerade beim Anhalten der Penetrationsvorrichtung. Die so gemessenen Werte werden wie oben beschrieben erfin-

dungsgemäss ausgewertet.

Die unter Bezug auf die Fig. 1 bis 4 dargestellte erfindungsgemässe Penetrationsvorrichtung bzw. die Beschreibung des Vorganges bezieht sich selbstverständlich nur auf ein Beispiel, das auf x-beliebige Art und Weise modifiziert, abgeändert oder ergänzt werden kann. Wesentlich ist dabei, dass die Messung bzw. Ermittlung der Konsistenz des Untergrundes mittels Erfassen der Permeabilität bzw. des Konsolidationsgrades des Untergrundmaterials erfolgt. Dabei wird vorzugsweise eine flache Sondenspitze verwendet, wobei jedoch die Messung, wohl erschwert, auch mit einer herkömmlich konischen Sonde erfolgen kann. So können als weitere Anwendungsmöglichkeiten beliebig viele zeitlich abgestufte Messungen durchgeführt werden, um anhand bekannter Theorien z.B. den Durchlässigkeitsbeiwert o.ä. zu bestimmen.

Zusammenfassend sollen noch einmal die wesentlichen Vorteile im Vergleich zu den herkömmlichen Messmethoden angeführt werden:

Durch die Verwendung der erfindungsgemässen flachen Sondenspitze reduziert sich das Messverfahren weitgehendst auf das Messen eines einzigen Messwertes, nämlich auf den Widerstand auf die Sondenfläche. Seitliche Reibungen und Widerstandkräfte können oft vernachlässigt werden, da sie oft kaum ins Gewicht fallen.

Durch die Wahl einer flachen Sondenspitze und durch die Messung der Permeabilität ist es möglich, den

sog. Konsolidationsgrad zu bestimmen.

Das mittels einer flachen Spitze "verschobene Volumen" ist wesentlich geringer als dasjenige bei Verwendung einer kegelförmigen bzw. konischen Spitze. Dies ergibt sich insbesondere aus der Oberfläche der Sondenspitze, die bei Wahl einer flachen Spitze wesentlich kleiner ist als die Oberfläche eines Kegelmantels. Somit entfallen auch allfällige Korrekturfaktoren aufgrund der Wahl eines unterschiedlichen Kegelspitzenwinkels.

Für die Klassierung und Ermittlung der Konsistenz eines Untergrundes kann auf nur einen einzigen Wert, nämlich den Konsolidationsgrad, abgestellt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Ermitteln der Konsistenz bzw. der Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben, dadurch gekennzeichnet, dass die Permeabilität respektive der Porenwasserüberdruck in den jeweils zu beurteilenden Schichten des Untergrundes bzw. des Erdreiches gemessen wird.

2. Verfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der für die Klassierung des Bodens bzw. des Untergrundes massgebende Porenwasserdruck durch Messen der Permeabilität mittels einer flachen Bohrspitze aufweisenden Bohrsonde bestimmt wird.

3. Verfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für das Messen der Permeabilität eine im wesentlichen zylindrische Bohrsonde mit flacher Bohrspitze mit einer bestimmten Geschwindigkeit in den Untergrund vorangetrieben wird und an periodisch sich nachfolgenden Stellen der Widerstandsdruck bzw. die Widerstandskraft auf den Bohr- bzw. Sondenkopf gemessen wird; an den jeweils sich nachfolgenden Messstellen das Vorantreiben unterbrochen wird, um unmittelbar beim Anhalten des Bohrvorganges erneut den Widerstandsdruck bzw. die Widerstandskraft auf die Bohr- bzw. Sondenspitze zu messen, aus welchen jeweiligen beiden Messwerten an der einen Stelle sich die Konsolidierung bzw. die relative "Entspannung" des Bodens ergibt, welche massgebend

ist für die Ermittlung des Porenwasserdruckes, worauf die Bohrung bis zur nachfolgenden Stelle mit der bestimmten Penetrations- bzw. Bohrgeschwindigkeit fortgesetzt wird.

4. Verfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Konsolidationsgrad aufgrund der Beziehung: $(R_{pv} - R_{p0}) \cdot q : Vol$ ermittelt wird, wobei R_{pv} = dem Gegendruck bzw. Widerstand ist auf die flache Sondenspitze bei einer bestimmten Bohrgeschwindigkeit v ; R_{p0} = dem Gegendruck bzw. dem Widerstand ist bei $v = 0$; q = dem Sondenquerschnitt ist und Vol = dem Volumen der Sondenspitze, welche einen grösseren Durchmesser aufweist als die unmittelbar hinter der Sondenspitze angeordneten Sondenpartien bzw. als die in den Untergrund treibende Bohr- bzw. Penetrationsstange.

5. Verfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrsonde mindestens zweiteilig ist, bestehend mindestens aus zwei coaxial zueinander angeordneten Parteien, umfassend eine zentrale Sondenspitze mit reduziertem Querschnitt, wobei die Sondenpartien mit den beiden Sondenspitzenflächen aufeinander eine einzige Fläche bildend ausgerichtet bis zu einer Eindringtiefe gleichzeitig für die Durchführung der Messung der Permeabilität vorangetrieben werden, bis ein Vorantreiben der Sonde mit der bestimmten Geschwindigkeit weitgehendst erschwert ist, worauf die zentrale Sondenpartie für die Fortführung der Messungen allein weiter vorangetrieben

wird.

6. Penetrationsvorrichtung für das Ermitteln der Konsistenz bzw. Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsonde (16) eine im wesentlichen wenigstens nahezu flache Sondenspitze (22) aufweist.

7. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) und die für das Vorantreiben der Sonde notwendigen Bohr- bzw. Penetrationsstange (2, 10) in einem Mantelrohr (9, 14) geführt sind.

8. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) zylindrisch ausgebildet ist mit im Frontbereich (21) der Sonde einem vergrößerten Durchmesser (x, y).

9. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) zwei im wesentlichen coaxial zueinander angeordnete Partien (16a, 16b) aufweist, wobei die zentrale Sonde (16a) gegenüber der diese ringförmig umgebenden Sondenhülle (16b) in Längsrichtung zur Penetrationsvorrichtung auslenkbar verschieblich angeordnet ist, um im Falle einer Blockierung der Sonde mit reduziertem Querschnitt (y) weiter in den Untergrund vorange-

trieben zu werden.

10. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sondenpartien bzw. die zentrale Sonde und die Sondenhülle (16a, 16b) im Bereich ihrer Spitze (21a, 21b) aneinander anliegend, eine einzige Fläche (22a, 22b, 22) bildend, angeordnet sind und im Bereich entfernt von der Spitze (21a, 21b) voneinander beabstandet sind, derart, dass die zentrale Sonde (16a) im durch den Abstand gebildeten Zwischenraum durch ein Mantelrohr (9) geführt ist, welches im Falle des Auslenkens bzw. des allein weiter Vorantreibens der zentralen Partie (16a) der Sonde ebenfalls mit weiter vorangetrieben werden kann.

11. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass über der Erdoberfläche Messeinrichtungen (43, 45) vorgesehen sind, um den auf die Sondenspitze (22) wirkenden Gegendruck bzw. um die Widerstandskraft zu messen.

12. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Messvorrichtungen (43, 45) vorgesehen sind, damit nebst dem Gegendruck bzw. der Widerstandskraft auf die Sondenspitze (22) auch die seitliche Reibung auf das Mantelrohr (9, 14) messbar ist.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 28. Dezember 1993 (28.12.93) eingegangen,
ursprüngliche Ansprüche 1-12 durch geänderte Ansprüche 1-12 ersetzt
(4 Seiten)]

1. Penetrationsverfahren zum Ermitteln der Konsistenz bzw. der Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben, dadurch gekennzeichnet, dass die Permeabilität resp. der Porenwasserüberdruck in den jeweils zu beurteilenden Schichten des Untergrundes bzw. des Erdreiches gemessen wird.

2. Penetrationsverfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der für die Klassierung des Bodens bzw. des Untergrundes massgebende Porenwasserdruck durch Messen der Permeabilität mittels einer flachen Sondenoberfläche aufweisenden Sonde bestimmt wird.

3. Penetrationsverfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass für das Messen der Permeabilität eine im wesentlichen zylindrische Sonde mit flacher Oberfläche mit einer bestimmten Geschwindigkeit in den Untergrund vorangetrieben wird und an periodisch sich nachfolgenden Stellen der Widerstandsdruck bzw. die Widerstandskraft auf den Sondenkopf gemessen wird; an den jeweils sich nachfolgenden Messstellen das Vorantreiben unterbrochen wird, um unmittelbar beim Anhalten des Penetrationsvorganges erneut den Widerstandsdruck bzw. die Widerstandskraft auf die Sondenoberfläche zu messen, aus welchen jeweiligen beiden Messwerten an der einen Stelle sich die Konsolidierung bzw. die relative "Entspannung" des Bodens ergibt, welche massgebend ist für die Ermittlung des Porenwasserüberdruckes, worauf die Penetration bzw. Sondierung bis zur nachfolgenden Stelle mit der bestimmten Penetrationsgeschwindigkeit fortgesetzt wird.

4. Penetrationsverfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Konsolidationsgrad aufgrund der Beziehung: $(R_{pv} - R_{p0}) \cdot q : Vol$ ermittelt wird, wobei R_{pv} = dem Gegendruck bzw. Widerstand ist auf die flache Sondenoberfläche bei einer bestimmten Penetrationsgeschwindigkeit v ; R_{p0} = dem Gegendruck bzw. dem Widerstand ist bei $v = 0$; q = dem Sondenquerschnitt ist und Vol = dem Volumen des Sondenendes, welches einen grösseren Durchmesser aufweist als die unmittelbar hinter der Sondenoberfläche angeordneten Sondenpartien bzw. als die in den Untergrund treibende Penetrationsstange.

5. Penetrationsverfahren, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sondenoberfläche mindestens zweiteilig ist, bestehend mindestens aus zwei koaxial zueinander angeordneten Partien, umfassend eine zentrale Sondenoberfläche mit reduziertem Querschnitt, wobei die Sondenpartien mit den beiden Sondenoberflächen aufeinander eine einzige Fläche bildend ausgerichtet bis zu einer Eindringtiefe gleichzeitig für die Durchführung der Messung der Permeabilität vorangetrieben werden, bis ein Vorantreiben der Sonde mit der bestimmten Geschwindigkeit weitgehendst erschwert ist, worauf die zentrale Sondenpartie für die Fortführung der Messungen allein weiter mittels Penetration vorangetrieben wird.

6. Penetrationsvorrichtung für das Ermitteln der Konsistenz bzw. Beschaffenheit eines Untergrundes oder Erdreiches bzw. zum Klassieren desselben, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsonde (16) eine im wesentlichen wenigstens nahezu flache Sondenoberfläche (22) aufweist.

7. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) und die für das Vorantreiben der Sonde notwendigen Penetrationsstangen (2, 10) in einem Mantelrohr (9, 14) geführt sind.

8. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) zylindrisch ausgebildet ist mit im Frontbereich (21) der Sonde einem vergrößerten Durchmesser (x, y).

9. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (16) zwei im wesentlichen koaxial zueinander angeordnete Partien (16a, 16b) aufweist, wobei die zentrale Sonde (16a) gegenüber der diese ringförmig umgebenden Sondenhülle (16b) in Längsrichtung zur Penetrationsvorrichtung auslenkbar verschieblich angeordnet ist, um im Falle einer Blockierung der Sonde mit reduziertem Querschnitt (y) weiter in den Untergrund vorangetrieben zu werden.

10. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sondenpartien bzw. die zentrale Sonde und die Sondenhülle (16a, 16b) im Bereich ihrer Oberfläche (21a, 21b) aneinander anliegend, eine einzige Fläche (22a, 22b, 22) bildend, angeordnet sind und im Bereich entfernt von der Oberfläche (21a, 21b) voneinander beabstandet sind, derart, dass die zentrale Sonde (16a) im durch den Abstand gebildeten Zwischenraum durch ein Mantelrohr (9) geführt ist, welches im Falle des Auslenkens bzw. des allein weiter Vorantreibens der zentralen Partie (16a) der Sonde ebenfalls mit weiter vorangetrieben werden kann.

11. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass über der Erdoberfläche Messeinrichtungen (43, 45) vorgesehen sind, um den auf die Sondenoberfläche (22) wirkenden Gegendruck bzw. um die Widerstandskraft zu messen.

12. Penetrationsvorrichtung, vorzugsweise nach mindestens einem der Ansprüche, wie nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Messvorrichtungen (43, 45) vorgesehen sind, damit nebst dem Gegendruck bzw. der Widerstandskraft auf die Sondenoberfläche (22) auch die seitliche Reibung auf das Mantelrohr (9, 14) messbar ist.

IN ARTIKEL 19 GENANNT ERKLÄRUNG

Grundsätzlich ist im Vergleich der im Recherchenbericht ermittelten Dokumenten und der vorliegenden Patentanmeldung festzuhalten, dass im Stand der Technik in der Regel ein Vorantreiben von Messsonden mittels Bohrung erfolgt, oder allenfalls kombiniert mittels Bohrung und Penetration, währenddem sich die vorliegende Erfindung ausschliesslich auf Penetration bezieht.

In der EP-A-0 056 872 wird nicht ausgeführt, wie der Porenwasserdruck durch die Permeabilität gemessen wird. Zudem erfolgt, wie oben erwähnt, das Vorantreiben einer Messsonde bzw. Bohrspitze mittels Bohrung, d.h. mittels Wasserspülung, womit der Untergrund durch den Bohrvorgang verändert wird, d.h. die Beschaffenheit des Bodens wird gestört. So wird zum Beispiel durch das Spülwasser der Feinanteil ausgewaschen, was insbesondere bei lockerem Untergrund eine Verfälschung des tatsächlichen Untergrundes ergibt. Das Messen der Untergrundbeschaffenheit erfolgt schliesslich mittels elektronischer Einrichtungen an der Bohrspitze - eine Messmethode, welche beim Vorantreiben der Messsonde mittels reiner Pene-

tration aufgrund der auftretenden Kräfte und Erschütterungen gar nicht möglich wäre.

Dieselben Aussagen gelten im Prinzip in bezug auf die US-4 554 819. Hier wird wiederum zunächst eine effektive Bohrung vorgenommen, womit erneut die Beschaffenheit des Bodens gestört wird. Anschliessend wird dann eine Messstange in das Bohrloch eingelassen, um am Ende desselben die Bodenbeschaffenheit zu bestimmen. Wiederum erfolgt die Untergrundmessung durch elektronische Geräte in der Sondenspitze - ein Verfahren das kaum erfolgreich wäre, würde die Sonde einzig mittels Penetration in den Untergrund getrieben. Diese Annahme wird erhärtet durch die dünne Wandung 16 (Fig. 2c, 4a, 5a und 6a) der Sondenfrontplatte, welche bei reinem Penetrationsvortrieb zerstört würde.

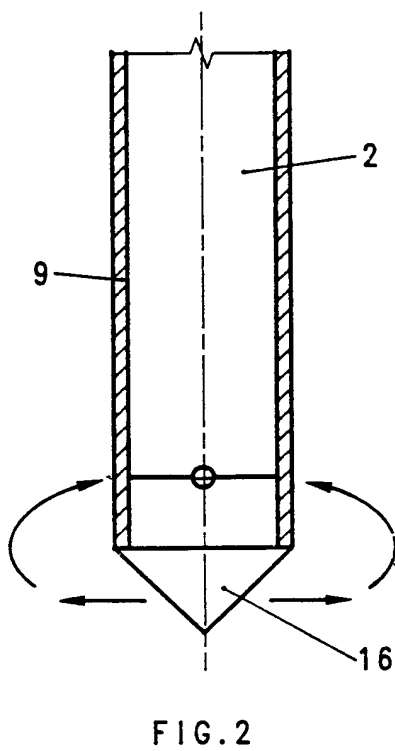
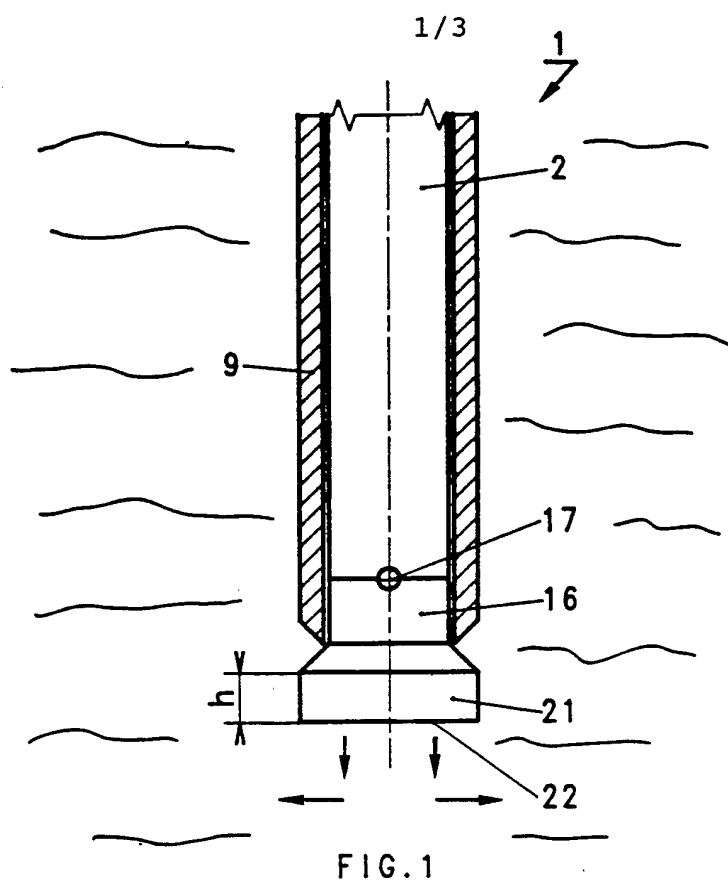
Demgegenüber wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, die Messung des Bodens ausschliesslich und ohne jegliches Vorbohren durch Vortreiben der Sonde mittels Penetration auszuführen, wobei die Uebertragung der Messwerte von der Sonde an die Arbeitsplattform über der Bodenoberfläche auf rein mechanischer Uebertragung basiert. Um aber Anspruch 1 bzw. die vorliegende Erfindung ausreichend klar gegenüber dem Stand der Technik abzugrenzen wurde der Wortlaut dahingehend ergänzt, dass nun klar daraus hervorgeht, dass es sich beim erfindungsgemässen Verfahren ausschliesslich um ein Penetrationsverfahren handelt, und nicht ggf. auch um eine Bohrung. Die daran folgenden abhängigen Ansprüche wurden entsprechend angepasst.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Stand der Technik sind die folgenden:

- Mechanisches Messen bzw. Umlenken der Messwerte vom Untergrund an die Oberfläche und somit keine anfällige Elektronik an der Sonde,
- durch reine Penetration wurde der Untergrund nicht verletzt, d.h. die Messung erfolgt in situ,
- statische wie auch dynamische (mit Rammbär) Messung möglich,

- bessere Klassierung des Bodens, speziell bei lockerem Untergrund möglich,
- vom Eindringen in den Boden bis in den zu messenden Untergrund immer gleicher Penetrationsdurchmesser, d.h. es wird das Eintreiben eines Pfahles simuliert, womit sofort auf die Festigkeit eines einzutreibendes Pfahles geschlossen werden kann.

In der Praxis hat es sich auch gezeigt, dass Messsonden bzw. Bohrvorrichtungen, beschrieben im Stand der Technik, mindestens einen Tag oder mehr Vorbereitungszeit benötigen, bevor mit den Messungen begonnen werden kann, währenddem die erfindungsgemässe Penetrationsvorrichtung bereits innerhalb einer Stunde nach Eintreffen am Messort betriebsbereit ist.



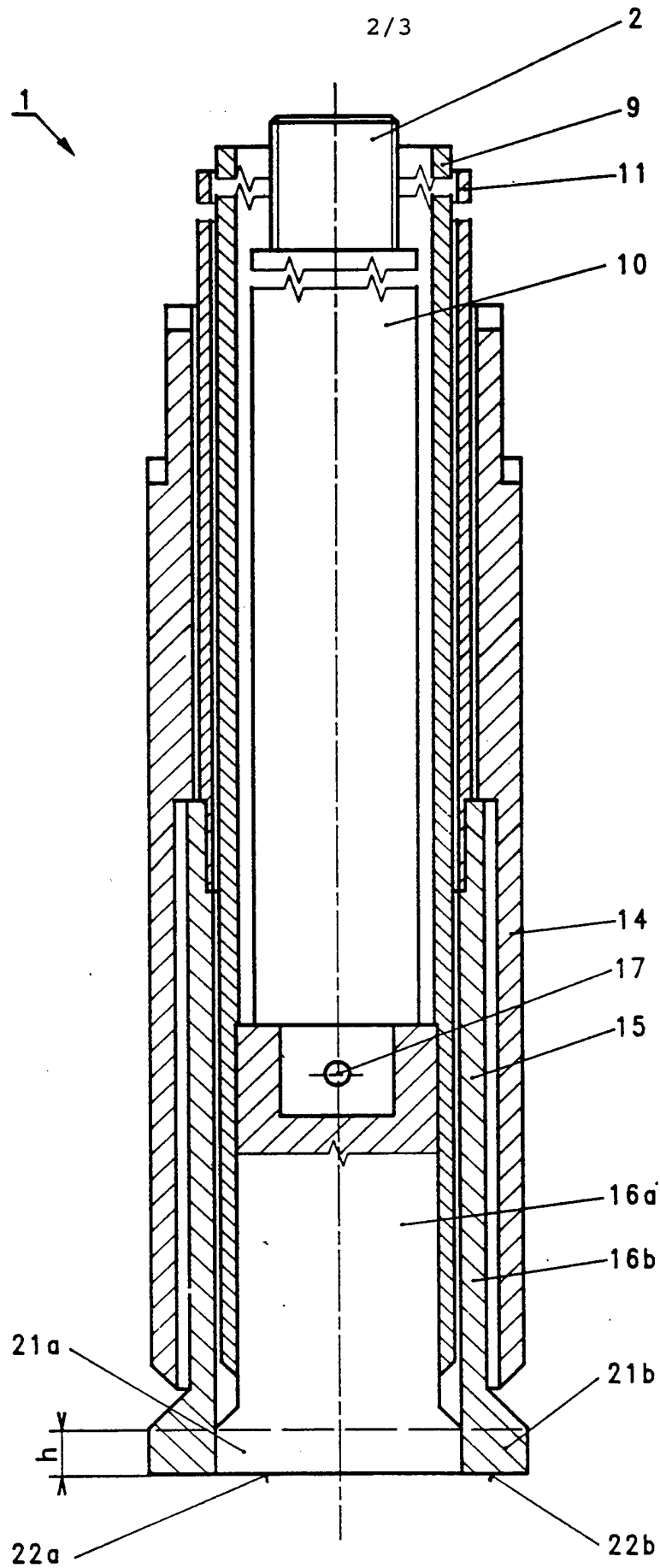


FIG. 3

3/3

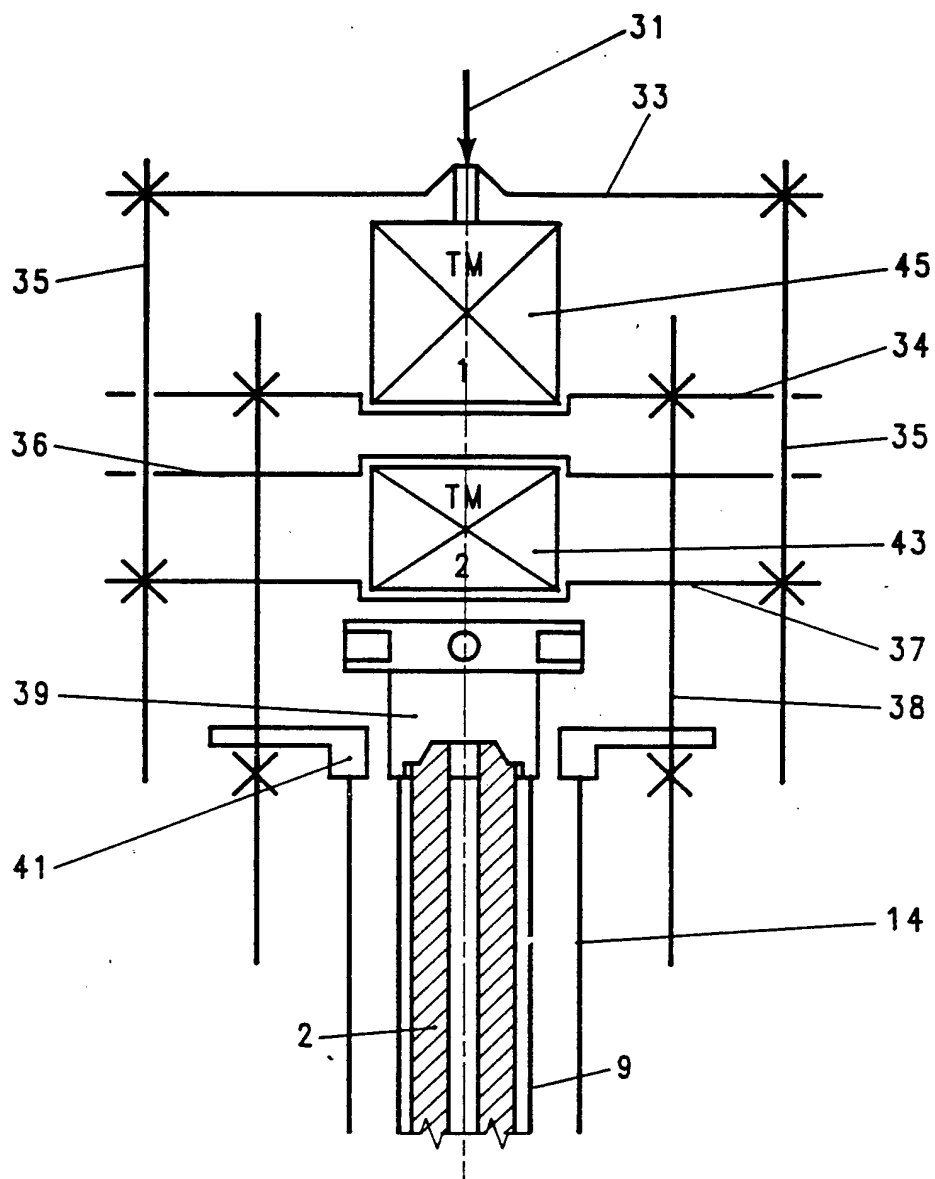


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CH 93/00185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁵ E02D 1/02; G01N 33/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁵ E02D ; G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP, A, 0 056 872 (KISOJIBAN CONSULTANTS CO. LTD.) 4 August 1982	1
Y	see page 5, line 19 - page 6, line 4	2-5
A	see page 6, line 26 - page 8, line 13; figures 1-3 --	11
X	US, A, 4 554 819 (ALI) 26 November 1985	6,7,9,11
Y	see column 1, line 36 - column 2, line 4 see column 2, line 47 - column 5, line 12; figures 1-6 --	2,3,5,8,12
Y	US, A, 3 500 678 (SHELL INT.) 17 March 1970	4,8
A	see column 2, line 28 - column 4, line 75; figures 1-4 --	1,2
Y	GB, A, 2 165 051 (PM INSITU TECHNIQUES LTD.) 3 April 1986 see page 1, line 12 - line 121; figures 1-3 -----	12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 October 1993 (19.10.93)

Date of mailing of the international search report

29 October 1993 (29.10.93)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

CH 9300185
SA 76854

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 19/10/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0056872	04-08-82	JP-A- 57123319	31-07-82
		US-A- 4806153	21-02-89

US-A-4554819	26-11-85	None	

US-A-3500678	17-03-70	DE-A- 1648696	12-08-71
		FR-A- 1545724	
		GB-A- 1173349	10-12-69
		NL-A- 6611541	19-02-68

GB-A-2165051	03-04-86	None	

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. 5 E02D1/02; G01N33/24		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	E02D ; G01N	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ^o	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	EP,A,0 056 872 (KISOJIBAN CONSULTANTS CO. LTD.) 4. August 1982	1
Y	siehe Seite 5, Zeile 19 - Seite 6, Zeile 4	2-5
A	siehe Seite 6, Zeile 26 - Seite 8, Zeile 13; Abbildungen 1-3 ---	11
X	US,A,4 554 819 (ALI) 26. November 1985	6,7,9,11
Y	siehe Spalte 1, Zeile 36 - Spalte 2, Zeile 4 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 1-6 ---	2,3,5,8, 12
Y	US,A,3 500 678 (SHELL INT.) 17. März 1970	4,8
A	siehe Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 4, Zeile 75; Abbildungen 1-4 ---	1,2
-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 19.OKTOBER 1993		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 29 -10- 1993
Internationale Recherchenbehörde EUROPAISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten TELLEFSEN J.

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB,A,2 165 051 (PM INSITU TECHNIQUES LTD.) 3. April 1986 siehe Seite 1, Zeile 12 - Zeile 121; Abbildungen 1-3 -----	12

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

CH 9300185
SA 76854

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19/10/93

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0056872	04-08-82	JP-A- 57123319 US-A- 4806153	31-07-82 21-02-89
US-A-4554819	26-11-85	Keine	
US-A-3500678	17-03-70	DE-A- 1648696 FR-A- 1545724 GB-A- 1173349 NL-A- 6611541	12-08-71 10-12-69 19-02-68
GB-A-2165051	03-04-86	Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

DERWENT-ACC-NO: 1994-065762

DERWENT-WEEK: 199928

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Determining or classifying
consistency or nature of subsoil
or soil layers using penetration
device with permeability
measurement probe to classify
degree of consolidation or pore
water pressure

INVENTOR: ANDINA R

PATENT-ASSIGNEE: ANDINA R[ANDII]

PRIORITY-DATA: 1992CH-002429 (July 31, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
WO 9403682 A1	February 17, 1994	DE
EP 606433 A1	July 20, 1994	DE
EP 606433 B1	July 9, 1997	DE
DE 59306879 G	August 14, 1997	DE
CH 689561 A5	June 15, 1999	DE

DESIGNATED-STATES: CA US AT BE CH DE DK ES FR GB
GR IE IT LU MC NL PT SE BE CH
DE FR IT LI AT CH DE FR IT LI

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
WO1994003682A1	N/A	1993WO- CH00185	July 23, 1993
CH 689561A5	N/A	1992CH- 002429	July 31, 1992
DE 59306879G	N/A	1993DE- 506879	July 23, 1993
EP 606433A1	N/A	1993EP- 915615	July 23, 1993
EP 606433B1	N/A	1993EP- 915615	July 23, 1993
EP 606433A1	N/A	1993WO- CH00185	July 23, 1993
EP 606433B1	N/A	1993WO- CH00185	July 23, 1993
DE 59306879G	Based on	1993WO- CH00185	July 23, 1993

INT-CL-CURRENT :**TYPE****IPC DATE**

CIPS

E02D1/02 20060101

CIPS

G01N33/24 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: WO 9403682 A1

BASIC-ABSTRACT:

A cylindrical probe with a flat entry surface is driven in to the soil at a determined speed. Periodically at successive points the resistance pressure or the resistance force on the probe head is measured. The driving in operation is interrupted respectively for the fresh measurements. The consolidation or the relative expansion is then determined from respective two measurements at one point. The penetration is carried out at a continuous speed.

The measurement probe (16) has an entry surface (22a) which is at least approximately flat. The probe has stakes (2, 10) necessary for the driving in of the probe, which are guided in a tubular case (9, 14). Two measurement units are provided which measure the counter pressure or the resistance force at the probe surface (22a) or the lateral friction on the tubular case (9, 14).

ADVANTAGE - Simple type and manner of method for determining as accurately as possible, consistency or nature of subsoil or ground.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.3/4

TITLE-TERMS: DETERMINE CLASSIFY CONSISTENCY
NATURE SUBSOIL SOIL LAYER
PENETRATE DEVICE PERMEABLE
MEASURE PROBE DEGREE CONSOLIDATE
PORE WATER PRESSURE

DERWENT-CLASS: Q42 S03

EPI-CODES: S03-E14E7; S03-F06B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 1994-051410